

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**APLICAÇÕES DE EPOXICONAZOL + PIRACLOSTROBINA NO  
CONTROLE DE DOENÇAS DE SORGO SACARINO BRS 506 E BRS 511**

**EDUARDO PIMENTA DOS REIS**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016**

# **APLICAÇÕES DE EPOXICONAZOL + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE DOENÇAS DE SORGO SACARINO BRS 506 E BRS 511**

EDUARDO PIMENTA DOS REIS

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. LILIAN MARIA ARRUDA BACCHI

Monografia apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

R375a Reis, Eduardo Pimenta Dos

Aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina no controle de doenças de sorgo sacarino brs 506 e brs 511 / Eduardo Pimenta Dos Reis -- Dourados: UFGD, 2016.

35f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Lilian Maria Arruda Bacchi

TCC (graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Sorghum bicolor. 2. Exserohilum turcicum. 3. Colletotrichum graminicola. 4. Puccinia purpúrea. 5. Bipolaris sorghicola. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

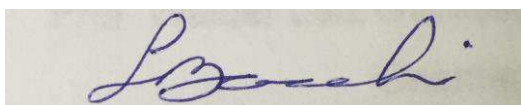
# APLICAÇÕES DE EPOXICONAZOL + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE DOENÇAS DE SORGO SACARINO BRS 506 E BRS 511

por

Eduardo Pimenta dos Reis

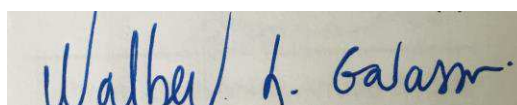
Monografia apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovada em: 04/05/2016



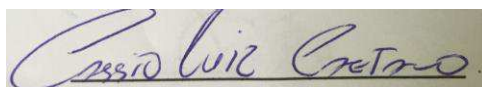
Profª Drª Lilian Maria Arruda Bacchi

UFGD/FCA



Prof. Ph.D. Walber Luiz Gavassoni

UFGD/FCA



Eng. Agro. Cassio Luiz Caetano

UFGD/FCA

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Jesus Cristo e aos meus familiares que são fundamentais em todas minhas decisões; em especial ao meu querido pai, Arlei Pimenta dos Reis, minha querida mãe Silvana de Chico Brito, e meu irmão Willian de Brito dos Reis.

A minha orientadora de Trabalho de Conclusão de Curso, Professora Dr.<sup>a</sup> Lilian Maria Arruda Bacchi, pela troca de experiências e todo seu desprendimento para com meu trabalho e conseqüentemente com a minha formação.

Ao meu supervisor de Estágio Obrigatório Professor Dr. Walber Luiz Gavassoni, por suas palavras de motivação e por compartilhar comigo seu conhecimento profissional.

A todos os meus colegas de classe, que constituíram ao longo da graduação uma verdadeira família, sendo extremamente parceiros, compartilhando ao longo destes anos aflições, sonhos e conquistas. Em especial agradeço a Rodrigo Keiti Arakava, Emanuel Sanches Martins, Cassio Luiz Caetano, Renato Albuquerque da Luz e Anderson dos Santos Dias.

A todos os professores do curso de Agronomia pelos valiosos ensinamentos, os quais sempre serão recordados e praticados.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
<b>RESUMO</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	2
2.1 Sorgo sacarino e produção de etanol .....	2
2.2 Fenologia do sorgo sacarino .....	3
2.3 Principais Doenças .....	5
2.3.1 Antracnose .....	5
2.3.2 Helmintosporiose .....	6
2.3.3 Ferrugem .....	7
2.3.4 Cercosporiose .....	7
2.3.5 Mancha Alvo .....	8
2.4 Controle das doenças .....	8
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	14
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	24
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	25

## APLICAÇÕES DE EPOXICONAZOL + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE DOENÇAS DE SORGO SACARINO BRS 506 E BRS 511

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes números de aplicações de fungicida epoxiconazol + piraclostrobina sobre o sorgo sacarino, e correlacionar a intensidade de doença com a produção de açúcares. O experimento foi realizado em condições de campo, na Fazenda Experimental da UFGD (Dourados-MS), na safra 2015. Foram quantificadas as severidades de doenças, características agronômicas, e foi feita uma correlação simples entre intensidade de doenças foliares e características fitotécnicas. As doenças avaliadas foram a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), a antracnose (*Colletotrichum graminicola*), a ferrugem (*Puccinia purpurea*), a mancha alvo (*Bipolaris sorghicola*), e a cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*). As características agronômicas avaliadas foram a altura de planta (m), diâmetro de colmo (mm), volume de caldo L ha<sup>-1</sup> e açúcares solúveis totais (°BRIX). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram da aplicação de epoxiconazol + piraclostrobina na dose de 0,75 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (p.c.) OPERA®, nos seguintes esquemas: T1 = sem tratamento, T2 = 1 aplicação (45 dias após a emergência (DAE)), T3 = 2 aplicações (45 e 66 DAE) e T4 = 3 aplicações (45, 66 e 87 DAE). As parcelas foram constituídas de sete linhas de cinco metros, espaçadas 0,45 m entre linhas. O controle químico em sorgo sacarino é uma estratégia viável de controle das doenças e apresentou efeito em características de interesse agrônomo como o teor de açúcares solúveis, °Brix.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*, *Exserohilum turcicum*, *Colletotrichum graminicola*, *Puccinia purpurea*, *Bipolaris sorghicola*

## APLICAÇÕES DE EPOXICONAZOL + PIRACLOSTROBINA NO CONTROLE DE DOENÇAS DE SORGO SACARINO BRS 506 E BRS 511

### ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the fungicide effect epoxiconazole + pyraclostrobin in different applications on saccharine sorghum, and correlate the disease intensity to sugar production. The experiment was conducted under field conditions, in the UFGD Experimental Farm, 2015 year. Disease severities and agronomic characteristics were evaluated. The evaluated pathogens were the *Exserohilum turcicum*, *Colletotrichum graminicola*, *Puccinia purpurea*, *Bipolaris sorghicola* and *Cercospora fusimaculans*. The agronomic characteristics evaluated were the plant height (m), stem diameter (mm), broth volume  $L ha^{-1}$  and total soluble solids ( $^{\circ}Brix$ ). The experiment was conducted in a completely randomized design, within each cultivar, with four replications. The treatments consisted of  $0,75 L ha^{-1}$  commercial product dose application of epoxiconazole + pyraclostrobin, in the following schemes: T1 = untreated, T2 = 1 application (45 days after emergence (DAE)), T3 = 2 applications (45 and 66 DAE) and T4 = 3 applications (45, 66 and 87 DAE). The plots consisted of seven lines of five meters, spaced 0.45 m between rows. The chemical control of sorghum diseases is a viable strategy to control the main culture diseases and it showed effects on interesting agronomic characteristics, such as  $^{\circ}Brix$ .

**KEY-WORDS:** *Sorghum bicolor*, *Exserohilum turcicum*, *Colletotrichum graminicola*, *Puccinia purpúrea*, *Bipolaris sorghicola*



## 1. INTRODUÇÃO

O sorgo destaca-se por ser o quinto cereal mais importante do mundo, superado pelo trigo, arroz, milho e cevada, utilizado como alimento para humanos e, na produção de álcool e forragem em muitos países da África, Sul da Ásia e Américas do Sul e Central. Este cereal é um importante componente da alimentação animal nos Estados Unidos, Austrália e Brasil (EMBRAPA, 2008). O centro de origem é a África, e relatos apontam que sua domesticação aconteceu por volta de 3000 AC, ao mesmo tempo em que a prática da domesticação e cultivo de outros cereais era introduzida no Egito Antigo a partir da Etiópia, onde mais tarde o sorgo se dispersou por todo o mundo. No Brasil, seu avanço ocorreu a partir da década de 70. Nesses 40 anos, ocorreram flutuações na sua área cultivada, devido à política econômica. A cultura apresentou grande expansão nos últimos anos (20% ao ano, a partir de 1995), principalmente, em sucessão as culturas de verão, com destaque para os estados de Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, onde se concentra aproximadamente 85% da produção do sorgo granífero produzido no Brasil (EMBRAPA, 2008).

A possibilidade de esgotamento de matrizes energéticas a base de combustíveis derivados do petróleo tem resultado na busca por outras fontes energéticas. Isso pode ser a solução para a escassez de petróleo no globo terrestre. Além da possibilidade de falta de combustíveis fósseis, a busca por combustíveis renováveis tem aumentado devido a preocupação com questões ambientais e socioeconômicas (MOURÃO et al., 2012).

Nesse sentido, o uso de biocombustíveis tende a crescer, assim como a demanda de mercado para novas tecnologias agrícolas relacionadas a fontes sustentáveis de energia. Além da cana de açúcar, já empregada na produção de biocombustíveis, o sorgo sacarino também é uma opção viável.

Alguns fatores podem interferir na produtividade de etanol e biomassa do sorgo sacarino, como a ocorrência de doenças, que podem atacar folhas e colmo das plantas, reduzindo a quantidade e a qualidade de açúcares e, até mesmo, inviabilizando o plantio dessa cultura (MOURÃO et al., 2012). O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de aplicações do fungicida epoxiconazol + piraclostrobina no controle de doenças em duas variedades de sorgo sacarino, e correlacionar a intensidade de doença com a produção de açúcares.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sorgo sacarino e produção de etanol

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma espécie bastante versátil que abrange diversos segmentos do mercado agrícola mundial, apresentando cinco tipos diferentes, que podem ser utilizados para a produção de grãos (sorgo granífero), para a produção de massa para ensilagem (sorgo forrageiro), para a produção de biomassa lignocelulósica (sorgo lignocelulósico ou sorgo biomassa), para a produção de etanol (sorgo sacarino) e até para a produção de vassouras (sorgo vassoura). Graças a essa grande variabilidade entre os tipos de sorgo, a cultura se torna especial, por ser capaz de atender diversos mercados, interesses e necessidades em todo o planeta (MAY et al., 2012).

Ao lado da cana-de-açúcar, que é tradicionalmente empregada na produção de etanol, o sorgo sacarino apresenta-se como uma ótima opção sob o ponto de vista agrônomo e industrial (MAGALHÃES et al., 2007).

O sorgo sacarino pode ser cultivado em todas as áreas hoje recomendadas para o cultivo da cana de açúcar, podendo ser recomendado para áreas de reforma de canaviais. O processamento dos colmos produzidos é o mesmo utilizado para a cana de açúcar, não sendo necessárias alterações dentro do parque industrial. Com tudo isso, o cultivo do sorgo sacarino pode ser considerado a “safrinha” da cana-de-açúcar no Brasil (EMBRAPA, 2011).

O sorgo sacarino oferece, dentre outras vantagens: rapidez no ciclo (quatro meses); cultura totalmente mecanizável (plantio por sementes, colheita mecânica); colmos suculentos com açúcares diretamente fermentáveis (produção de 40 a 60 t ha<sup>-1</sup> de colmos); utilização do bagaço como fonte de energia para a industrialização, para a cogeração de eletricidade ou como forragem para alimentação de animais, contribuindo para um balanço energético favorável (SCHAFFERT et al., 2012). Sendo assim, pode-se concluir que o sorgo sacarino é a espécie hoje mais promissora para elevar a quantidade produzida de etanol anualmente no Brasil, de forma rápida e segura, uma vez que não há necessidade de mudanças estruturais e logísticas do parque industrial e operacional das usinas que o receberão. Os colmos de sorgo podem ser colhidos com a mesma colhedora da cana, e a época de colheita ideal se dá justamente na entressafra da cana, ou seja, quando a produção de etanol por hectare é máxima no sorgo, a cana está muito abaixo do seu potencial máximo de produção (EMBRAPA, 2011).

Para produção de etanol a partir de sorgo sacarino, pode se utilizar desde os colmos (ricos em açúcares fermentescíveis) bem como seus grãos. Porém, atualmente, os

melhoramentos genéticos estão concentrados principalmente nos colmos do sorgo. Buscando criar novos genótipos que apresentem maior rendimento de açúcares, menor quantidade de grãos e alto valor de taninos, o que tem causado bastante controvérsia, uma vez que, podem formar complexos com proteínas e reduzirem a palatabilidade e digestibilidade para uso em alimentação animal. Por outro lado, traz vantagens agronômicas, como resistência a pássaros e doenças do grão (GONÇALVES et al., 1999). Ainda há escassez de informação sobre as respostas fisiológicas do melhoramento simultâneo de colmos e grãos. Neste contexto, pouco se sabe sobre a viabilidade econômica e genética da utilização do colmo e dos grãos de sorgo com o objetivo de maximizar a produção de etanol a partir desta matéria prima (MURRAY et al., 2008).

Nas atuais condições da cadeia produtiva de etanol no Brasil, o sorgo sacarino se encaixa perfeitamente para fornecer matéria-prima de qualidade entre os meses de janeiro a abril, quando a produção de etanol sofre grande queda no país e, justamente, quando a cana apresenta a menor taxa de acúmulo de açúcares no colmo (EMBRAPA, 2011).

## **2.2 Fenologia do sorgo sacarino**

O sorgo é uma planta C<sub>4</sub>, e tem como características elevada atividade fotossintética e ciclo fenológico curto (90 a 120 dias). Alcança sua maturação fisiológica em um período aproximado de quatro meses, e é capaz de produzir teores de açúcares próximos aos de cana-de-açúcar em uma escala de tempo semelhante (FONTES et al., 2011)

O sorgo sacarino destaca-se por ser espécie de comportamento rústico, bem adaptado a ambientes extremos de estresses abióticos, tais como temperatura do ar e umidade do solo. Apresenta elevada tolerância a períodos de estiagem durante o ciclo vital, podendo ser cultivado em ampla faixa de condições de solo. Desde regiões mais secas, zonas áridas e semiáridas, inclusive em ambientes de baixa fertilidade, nas mais diversas regiões do Brasil sem concorrer com a cana-de-açúcar, sendo colhido durante sua entressafra (CANAVIALIS, 2012), beneficiando a indústria sucro-energética, que não ficaria sem matéria-prima para a produção de etanol nesse período.

A cultura é mais tolerante que a maioria dos outros cereais, sem grandes prejuízos para a colheita de grãos e massa verde. Durante o seu ciclo, o consumo de água pelo sorgo varia de 380 mm a 600 mm, dependendo das condições climáticas dominantes. Devido às características xerofíticas, o sorgo mantém-se dormente durante o período de seca, retomando o crescimento assim que as condições sejam favoráveis (LANDAU e SANS, 2008). A resistência do sorgo sacarino a seca se deve ao fato de apresentar sistema radicular profundo,

ramificado e extenso, o que permite a planta explorar mais volume de solo e ser eficiente na extração da água do solo. Além disso, possui característica bioquímica que permite desacelerar seu metabolismo fisiológico (hibernar) durante o período com déficit hídrico.

Outra característica interessante do sorgo é a cerosidade nas folhas e colmos que favorece a menor perda de água, eficiente regulação estomática e utilização de assimilados acumulados na pré-antese para granação (TURNER e KRAMER, 1980). A temperatura ótima para seu desenvolvimento está entre 16 °C e 38°C conforme a cultivar. Temperaturas noturnas 5°C acima do valor ótimo podem reduzir em até 33% a produtividade (EMBRAPA, 2011).

O sorgo ainda é uma planta que tolera uma faixa de pH entre 5,0 – 8,5, além de ser adaptável a salinidade, alcalinidade até solos com excesso de umidade (BLADE, 2010; REEDY e REEDY, 2003). Este comportamento de rusticidade para com as condições ambientais possibilita a cultura ser implantada em áreas de reforma de canaviais, com boa adaptabilidade a diferentes solos (CANAVIALIS, 2012). Assim, como é menos exigente a disponibilidade hídrica, a exigência por fertilizantes se comparado à cultura de cana-de-açúcar também é menor e está diretamente relacionada com a produtividade. Verifica-se que a produção apresenta exigências por nutrientes, em ordem decrescente para o nitrogênio e potássio, seguido de cálcio, magnésio e fósforo (EMBRAPA, 2011).

Nascimento (2012), em sua pesquisa salienta, que a produção de etanol por hectare do sorgo é menor quando comparado com a cana-de-açúcar, porém o custo do cultivo é 1/3 menor. Do mesmo modo que dados obtidos pela MONSANTO mostram que, 1 hectare de cana-de-açúcar produz de 7 a 7,5 mil litros de etanol, contra de 3 a 3,5 mil litros de etanol produzidos pelo sorgo sacarino. O custo de produção de etanol por hectare do sorgo realmente é menor (R\$2700,00 do sorgo contra R\$4000,00 da cana), porém para se produzir a mesma quantidade de etanol que a cana produz em 1 hectare, seriam necessários R\$5900,00 de custos para o sorgo, ou seja, quase R\$2000,00 a mais.

Quanto à fenologia, o sorgo é diretamente afetado pelas condições ambientais, a qualidade do caldo sofre influência direta do estágio fenológico em que é colhido (SCHAEFFERT, 2010). Para tanto, faz-se necessário o estabelecimento das melhores épocas de colheita, determinação das características tecnológicas e físico-químicas para obtenção de melhores rendimentos fermentativos.

O desenvolvimento do sorgo sacarino pode ser dividido em três fases: 1- Vegetativa - compreende o período que vai desde a germinação até a iniciação da panícula. 2- Reprodutiva – que vai desde a iniciação da panícula até o florescimento, e apresenta vários processos de crescimento, que se afetados, podem comprometer o crescimento e

desenvolvimento da área foliar, o sistema radicular, o acúmulo de matéria seca, e estabelecer um potencial de sementes. 3- Maturação – fase que vai da floração à maturação fisiológica dos grãos (DINIZ, 2010; MAGALHÃES e DURÃES, 2003).

### 2.3 Principais Doenças

O sorgo é afetado por vários patógenos que podem interferir na produtividade de etanol e biomassa, dentre os principais, o *Bipolaris spp.* (mancha alvo) e os causadores da helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*), ferrugem (*Puccinia purpurea*), antracnose (*Colletotrichum graminicola*), e o míldio (*Peronosclerospora sorghi*), que em geral estão adaptados às regiões onde a cultura é plantada tradicionalmente no Brasil. Entretanto, a severidade das doenças pode variar em função da resistência de cultivar, da época de plantio, da fase de desenvolvimento da cultura e das condições climáticas da região (CASELA, et al., 2003). Casela et al. (2003), em sua pesquisa, também dizem que conhecer a época de ocorrência ajuda na tomada de decisão sobre o controle das doenças. As principais doenças em sorgo, como a helmintosporiose e a antracnose, ocorrem na fase vegetativa ou a partir do florescimento. A helmintosporiose ocorre com maior frequência antes da emergência da panícula. A sua incidência tem sido maior em áreas de plantios de safrinha no Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, devido às condições mais baixas de temperatura durante o desenvolvimento da cultura, que favorecem sua incidência e severidade. A ferrugem, doença causada por *Puccinia purpurea*, um parasita obrigatório, necessita de tecido vivo para se desenvolver, mas tem como condições favoráveis temperaturas mais amenas e alta umidade. A partir do florescimento, a antracnose passa a ser a doença mais severa em cultivares suscetíveis.

#### 2.3.1 Antracnose

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson, é a principal doença da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no Brasil. O patógeno pode infectar folhas, colmos e panículas (COSTA et al., 2003). Costa et al. (2003), em sua pesquisa, também, relatam que nas folhas são formadas lesões elípticas a circulares com até 5 mm de diâmetro, no centro das quais desenvolvem-se pequenos centros circulares e de coloração palha, com margens avermelhadas, alaranjadas, púrpura-escuras ou castanhas, dependendo de cultivar. No centro das lesões, formam-se numerosos acérvulos, que são a frutificação do patógeno. Thakur e Mathur (2000), em sua pesquisa, dizem que são

reconhecidas três fases da doença: a antracnose foliar, a fase de podridão do colmo e a antracnose da panícula e dos grãos, sendo a fase foliar, a mais destrutiva, normalmente observada a partir de 30 a 40 dias após a emergência no estágio de desenvolvimento 4,0. O fungo *Colletotrichum graminicola* pode sobreviver por até 18 meses na ausência do hospedeiro, como micélio e conídios em restos culturais na superfície do solo, em hospedeiros alternativos e ainda como micélio, conídios e microescleródios em sementes infectadas. Microescleródios são produzidos em colmos secos de cultivares suscetíveis, sendo a sua sobrevivência maior em restos culturais mantidos na superfície do solo. Perdas superiores a 50%, na produção de grãos, têm sido relatadas, sob condições de epidemias severas, principalmente quando há alternância de condições secas e úmidas associadas a temperaturas elevadas (CASELA et al., 1997).

### 2.3.2 Helmintosporiose

A helmintosporiose é uma doença severa do sorgo sacarino, afetando a produção de etanol devido à redução da área foliar, influenciando na qualidade e quantidade do caldo e teor de açúcares totais, °Brix. O fungo *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs, agente da helmintosporiose está disseminado em áreas de plantio onde prevalece alta umidade. A helmintosporiose é uma doença altamente destrutiva em cultivares suscetíveis podendo reduzir a produção de grãos em mais de 50% e predispor as plantas à podridão de colmo causada por outro patógenos (CASELA et al., 2003). Casela et al. (2003), em seu comunicado técnico também dizem, que em plantas adultas há o desenvolvimento da doença primeiramente nas folhas inferiores, de lesões alongadas, elípticas de coloração avermelhada ou marrom, de até 12 mm de largura por 2,5 a 15 cm de comprimento. A morfologia das lesões varia de acordo com os diferentes níveis de resistência do hospedeiro. Pequenas manchas surgem, normalmente, de três a quatro semanas após a ocorrência de condições ambientais favoráveis à infecção. Essas pequenas lesões podem ser vistas com o auxílio de uma lente manual, mas as lesões de tamanho maior somente aparecerão cerca de duas semanas mais tarde. Lesões em plantas mais velhas apresentam um centro de coloração amarelada a cinza e margens avermelhadas. Abundante esporulação do patógeno dá à superfície das lesões necróticas uma coloração cinza-escuro ou preta. Sob condições de alta umidade, uma grande quantidade de esporos é produzida sobre as lesões, freqüentemente formando zonas concêntricas. A obstrução de vasos próximos a áreas infectadas pode causar murcha localizada, dentro do tecido foliar. Quando a infecção é severa, pode ocorrer a murcha

total da folha. O grão não é infectado, embora os efeitos debilitantes da helmintosporiose sejam capazes de reduzir a produção e o peso dos grãos.

### 2.3.3 Ferrugem

A ferrugem, causada por *Puccinia purpurea*, é uma doença comum nas Américas Central e do Sul, no Sudeste da Ásia e no Sul da Índia. No Brasil, encontra-se distribuída por todas as áreas de plantio de sorgo, sendo maior a sua incidência em regiões de temperaturas amenas e elevada umidade, como ocorre em algumas áreas de plantio da região Sudeste. Sua ocorrência é mais severa após o florescimento. No entanto, em cultivares suscetíveis, e sob condições favoráveis, a doença pode ocorrer em plantas jovens, resultando em perdas superiores a 60% na produção de grãos. Os sintomas da ferrugem surgem inicialmente nas folhas baixas e são caracterizados pela formação de pústulas (urédias) com cerca de 2mm de comprimento que se distribuem paralelamente entre as nervuras, principalmente na parte dorsal das folhas. Dependendo da pigmentação do cultivar, a coloração das pústulas pode variar entre púrpura, vermelha, amarela e castanha, em função da cultivar. Pústulas mais desenvolvidas rompem-se, liberando os uredosporos do patógeno. *Puccinia purpurea* sobrevive infectando hospedeiros alternativos, como as espécies de sorgo selvagem *Sorghum verticilliflorum* e *S. halepense*, além de plantas de sorgo remanescentes de cultivos anteriores. Os uredosporos desse patógeno têm vida curta na ausência do hospedeiro vivo e são disseminados, a longas distâncias, pelo vento. O desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas amenas, elevada umidade relativa do ar e ocorrência de chuvas finas e orvalho (EMBRAPA, 2016).

### 2.3.4 Cercosporiose

A cercosporiose, causada por *Cercospora fusimaculans*, é encontrada em áreas onde predominam condições quentes e úmidas durante o ciclo da cultura. A doença pode causar, em cultivares suscetíveis, danos na área foliar, mas o seu impacto econômico ainda não foi determinado. As maiores severidades ocorrem, normalmente, no final do ciclo da cultura, não resultando em perdas significativas na produção. Os sintomas aparecem, principalmente, após o florescimento. As lesões nas folhas são alongadas, limitadas pelas nervuras e de coloração vermelho-escura ou amarelada, dependendo da cultivar. O sintoma típico consiste no aparecimento, no interior das lesões, de pequenas áreas necrosadas circulares, dando à lesão a aparência de uma corrente ou de um rosário. O fungo sobrevive no solo em restos de cultura infectada, em plantas remanescentes de sorgo, em espécies de sorgo

selvagem e em sementes contaminadas. Condições quentes e úmidas favorecem o desenvolvimento e a disseminação do fungo. Os conídios constituem o inóculo inicial e secundário e são disseminados pelo vento e pela chuva (EMBRAPA, 2016).

### **2.3.5 Mancha Alvo**

A mancha-alvo, causada por *Bipolaris sorghicola* foi constatada recentemente no Brasil em áreas de plantio de sorgo no estado de São Paulo. Há relatos de sua ocorrência nos Estados Unidos, na Índia, no Chipre, em Israel, no Sudão, em Taiwan e nas Filipinas. A doença surge inicialmente como pontuações avermelhadas ou cinzas que, mais tarde, desenvolvem-se em manchas com formato de elíptico ou oval a cilíndrico. Na maioria das vezes, as lesões são vermelhas a púrpuras ou cinzas. Ocasionalmente o centro das lesões adquire uma coloração marrom ou palha e é circundado por margens avermelhadas ou púrpuras. O patógeno ataca plantas de sorgo em todos os estádios de desenvolvimento. Os esporos germinam rapidamente em condições de elevada umidade relativa e a penetração do tecido hospedeiro ocorre com ou sem a formação de apressórios. Os primeiros sintomas da doença surgem cerca de 12h após a inoculação e as lesões típicas da doença podem ser observadas nos 3 a 4 dias seguintes. Sob umidade relativa alta, há abundante produção de conídios, que são disseminados pelo vento. A sobrevivência do patógeno ocorre na forma de micélio dormente ou como esporos em restos culturais de sorgo ou como parasita de outras espécies hospedeiras, como *Sorghum halepense* (EMBRAPA, 2016).

## **2.4 Controle das doenças**

O manejo de doenças em sorgo é realizado, principalmente, pelo uso de resistência genética, porém seu uso isolado tem sido dificultado devido à superação da resistência que tem ocorrido de forma relativamente rápida. Assim, a busca por alternativas de manejo que garantam a produtividade e permitam uma maior durabilidade da resistência genética tem se tornado importante para a cultura (EMBRAPA, 2014)

Entre as alternativas de manejo de doenças que podem reduzir a severidade e as perdas causadas por doenças está o controle químico, que pode ser realizado antes mesmo do plantio, por meio de tratamento de sementes. No caso das doenças de parte aérea somente para o ergot, doença que ocorre nas panículas, há registro de fungicidas no MAPA atualmente (AGROFIT, 2014). Até o momento, o conhecimento sobre a eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares é baseado em dados experimentais e não pode ser aplicado em nível de propriedade devido à falta de registro de fungicidas no MAPA. A pesquisa pode auxiliar muito na escolha de variedade ou híbridos a serem utilizados na região em questão do



manejo a ser aplicado na cultura, de tal maneira que viabilize sua produção (EMBRAPA, 2014).

Estas informações são importantes para produtores, pesquisadores e órgãos do governo que tendo conhecimento sobre a eficiência de fungicidas, a época correta de aplicação e o efeito em outras características de interesse em sorgo sacarino, como a produção de sólidos solúveis totais, °Brix, podem analisar a viabilidade de seu uso.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA), em um Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa, situada sob a latitude 22° 14' 02"S, longitude 54° 59' 14"O, e altitude de 406 m.



**Figura 01** – Vista geral do experimento, implantado na fazenda experimental da UFGD.

Foram avaliadas duas variedades de sorgo sacarino (BRS 506 e 511), do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, e sendo a data de semeadura 01 de março de 2015. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram da aplicação de epoxiconazol + piraclostrobina (OPERA®) na dose de 0,75 L.ha<sup>-1</sup> do produto comercial (p.c.), nos seguintes esquemas: T1 = sem tratamento, T2 = 1 aplicação (45 dias após a emergência (DAE)), T3 = 2 aplicações (45 e 66 DAE) e T4 = 3 aplicações (45, 66 e 87 DAE).

As parcelas foram constituídas de sete linhas de cinco metros, espaçadas 0,45 m entre linhas. O preparo do solo foi realizado convencionalmente, com duas gradagens e uma nivelagem, antes da instalação do experimento. A semeadura foi realizada mecanicamente, e a adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e as recomendações para a cultura. Foram utilizados 240 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 4-20-20 (N-P-K), incorporado no sulco de plantio. A adubação de cobertura foi realizada no estágio v4 da planta, utilizando 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Nas aplicações de fungicida, foi utilizado o pulverizador costal pressurizado (CO<sub>2</sub>) provido de uma barra dotada de seis bicos espaçados 0,5 m entre si. As pulverizações foram realizadas ao final do período vespertino. A pressão regulada na barra foi de 350 KPa e o volume de calda ajustado para 200 L ha<sup>-1</sup>, com pontas de pulverização LD-100-02. Para

controle de pragas foram feitas duas aplicações de LANNATE® na dose de 0,6 L ha<sup>-1</sup>, e para controle de plantas daninhas foi feita uma aplicação de ATRAZINE® na dose de 5,0 i-p.c ha<sup>-1</sup>.

As avaliações de severidade das doenças ocorrentes foram realizadas duas vezes, nos dias 22 de junho e 08 de julho de 2015, aos 114 e 130 DAE. Foram utilizadas escalas diagramáticas, avaliando-se 10 plantas por parcela. As médias de severidade para ferrugem e mancha alvo foram obtidas com o auxílio da escala diagramática apresentada por Agrocerec (1996). As notas de severidade de cada doença nesta escala variam de 1 a 9 de acordo com a % de área foliar afetada, em que: 1 (0%), 2 (1%), 3 (>1% e •10%), 4 (>10% e •20%), 5 (>20% e •30%), 6 (>30% e •40%), 7 (>40% e •60%), 8 (>60% e •80%) e 9 (>80%), sendo 1 altamente resistente, 2 e 3 resistentes, 4 medianamente resistente, 5 e 6 medianamente suscetíveis, 7 e 8 suscetíveis e 9 altamente suscetível. Já para helmintosporiose, cercosporiose e antracnose, utilizou-se a escala diagramática da EMBRAPA MILHO E SORGO, sendo, 1 = ausência de sintomas ou apenas poucas lesões nas folhas inferiores da planta, 2 = até 25% das folhas com lesões, 3 = 26 a 50% das folhas com lesões, 4 = 51 a 75% das folhas com lesões, 5 = 76 a 100% das folhas com lesões.



**Figura 02** – Dia de aplicação de fungicida com pulverizador pressurizado e avaliação de severidade de doenças.

A colheita do experimento foi realizada aos 132 DAE. Trinta plantas das três linhas centrais de cada parcela foram colhidas para avaliação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e volume de caldo no colmo, VCC (L ha<sup>-1</sup>); os colmos foram passados três vezes em moenda para extração e medição do volume de caldo. O teor de sólidos solúveis totais foi medido em refratômetro digital de leitura automática, fazendo-se quatro repetições por parcela.

Antes da colheita, foram medidas as alturas de plantas, AP (m); e os diâmetros de colmos, DC (mm). As alturas de plantas foram medidas como a distância, em metros, da base dos colmos rente ao solo até a extremidade das panículas. Os diâmetros de colmos foram medidos, em milímetros, na base do solo, em dez colmos, com a utilização de um paquímetro digital.



**Figura 03** – Colheita das plantas e moagem dos colmos de sorgo sacarino.

Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando o programa GENES (CRUZ, 2013), e quando significativos foram realizados os testes de médias, aplicando o teste de Tukey ( $P < 0.05$ ). Foi realizada análise de correlação entre os dados de intensidade de doença e as características altura de planta, diâmetro de colmo, volume de caldo e sólidos solúveis totais.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o experimento, foram observadas todas as principais doenças que ocorrem em sorgo sacarino, destacando-se a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), a antracnose (*Colletotrichum graminicola*), a ferrugem (*Puccinia purpurea*), a mancha alvo (*Bipolaris sorghicola*), e a cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*). A primeira avaliação de severidade ocorreu no dia 22 de junho, aos 114 DAE. A segunda avaliação ocorreu no dia 8 de julho, aos 130 DAE. Na análise de variância para quantidade de doenças, foi possível constatar diferença significativa apenas para a mancha alvo, quanto a fonte de variação variedade, para 1º avaliação (22/06/2015). Assim pode-se inferir que há diferença de severidade da doença mancha alvo entre as variedades avaliadas (Quadro 1). Para o efeito de fungicida foram constatadas diferenças significativas para todas as doenças avaliadas, e o efeito da interação variedade x fungicida não foi constatado para nenhuma das mesmas.

Na análise de variância para os dados obtidos na 2º avaliação (08/07/2015), para quantidade de doenças, não houve modificação dos resultados quando comparado com a 1º avaliação, quanto a fonte de variação variedade. Para o efeito de fungicida, também, não houve modificação dos resultados comparado com a primeira avaliação. Já para o efeito da interação variedade x fungicida foi constatada diferença significativa para as doenças ferrugem e helmintosporiose, no qual podemos inferir que os comportamentos das doenças não foram coincidentes ao longo da segunda avaliação nas diferentes aplicações de fungicida (Quadro 1).

Os coeficientes de variação (CV), em sua maioria apresentaram valores inferiores a 18%, o que indica que a precisão experimental foi boa, sendo os resultados considerados válidos para experimento de campo, conforme Ferreira (1996).

**Quadro 1.** Resumo da análise de variância dos dados de intensidade de ferrugem, antracnose, cercosporiose, helmintosporiose e mancha alvo em duas variedades comerciais de sorgo sob quatro tratamentos de fungicida, UFGD-Dourados, MS, 2016.

		<b>Quadrados Médios</b>				
F.V	G.L	<b>1º Avaliação</b>				
		Ferrugem	Antracnose	Cerco	Helminto	Bipolaris
Variedade	1	0.30 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	4.96 <sup>**</sup>
Fungicida	3	9.32 <sup>**</sup>	0.56 <sup>**</sup>	4.64 <sup>**</sup>	0.11 <sup>**</sup>	2.26 <sup>**</sup>
Var X Fung	3	0.23 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0.41	0.24	0.14	0.01	0.10
Total	31	-	-	-	-	-
Média	-	2.15	1.39	1.89	1.19	2.22
CV (%)	-	29.88	11.11	19.56	9.66	14.53

		<b>2º Avaliação</b>				
F.V	G.L	Ferrugem	Antracnose	Cerco	Helminto	Bipolaris
Variedade	1	0.02 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.008 <sup>ns</sup>	8.82 <sup>**</sup>
Fungicida	3	32.63 <sup>**</sup>	0.68 <sup>**</sup>	4.94 <sup>**</sup>	0.79 <sup>**</sup>	1.26 <sup>**</sup>
Var X Fung	3	0.99 <sup>*</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>*</sup>	0.07 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0.29	0.04	0.06	0.03	0.08
Total	31	-	-	-	-	-
Média	-	2.53	1.46	1.81	1.35	2.28
CV (%)	-	21.35	14.36	13.79	12.38	12.57

ns = não significativo; \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% no teste de F.

As médias de severidade de ferrugem podem ser observadas no quadro 2 (primeira e segunda avaliações respectivamente). Na primeira avaliação, para uma, duas e três aplicações de fungicida nota-se uma menor severidade de ferrugem quando comparada com a testemunha (sem aplicação) tanto para a variedade 506 quanto para 511, não sendo detectado efeito de variedade. Na segunda avaliação, para o efeito de fungicida também visualiza que existe diferença para número de aplicações de fungicida. Para a variedade 506, observa-se que os menores índices de severidade ocorreram com duas e três aplicações de fungicida. Já para a variedade 511, nota-se uma menor severidade com uma única aplicação. Para o efeito de variedade, visualiza-se que ocorreu diferença apenas para a testemunha; sendo assim pode-se inferir que a variedade 506 apresenta uma certa resistência a ferrugem quando comparada com a variedade 511. Pode-se concluir que a aplicação de fungicida mostrou-se eficiente no controle de ferrugem para ambas as variedades, tendo uma única aplicação aos 45 DAE, se mostrado eficiente.

**Quadro 2.** Severidade de ferrugem em duas variedades de sorgo sacarino aos 114 e 130 DAE, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	1º Avaliação (114 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	3,95 aA	2,27 aB	1,57 aB	1,17 aB
511	3,42 aA	1,82 aB	1,65 aB	1,30 aB

Variedade	2º Avaliação (130 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	4,97 bA	2,50 aB	1,22 aC	1,35 aC
511	6,00 aA	1,87 aB	1,22 aB	1,12 aB

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agrocere (1996). As notas de severidade da doença nesta escala variam de 1 a 9 de acordo com a % de área foliar afetada, em que: 1 (0%), 2 (1%), 3 (>1% e •10%), 4 (>10% e •20%), 5 (>20% e •30%), 6 (>30% e •40%), 7 (>40% e •60%), 8 (>60% e •80%) e 9 (>80%).

As médias de severidade de antracnose podem ser observadas no quadro 3. Para ambas as variedades se observam diferenças entre os tratamentos nas duas avaliações. Na primeira avaliação, para uma, duas e três aplicações de fungicida nota-se uma menor severidade de antracnose quando comparada com a testemunha (sem aplicação) tanto para a variedade 506 quanto para 511. Não foi detectado efeito de variedade para a primeira avaliação. Na segunda avaliação, para o efeito de tratamento visualiza-se que, assim como na primeira avaliação, uma única aplicação de fungicida foi eficiente para o controle da doença para a variedade 511. Já para a variedade 506 observa-se diferença de severidade da doença apenas se compara três aplicações com a testemunha. Para efeito de variedade, nota-se que existe diferença apenas para as testemunhas. A variedade 506 apresentou uma menor severidade quando comparada com a 511 sem aplicação. Assim, pode-se inferir que a variedade 506 é mais resistente a antracnose do que a variedade 511 quando não se aplica fungicida. No geral, a aplicação de fungicida se mostrou eficiente no controle da Antracnose para ambas as variedades. Observa-se, que foram necessárias três aplicações de fungicida para o controle da doença na variedade 506; o que está de acordo com a afirmação de Costa et al. (2009), que diz que no caso de ocorrência de antracnose, poderá ser necessário um maior número de aplicações, já que ela é mais severa a partir da fase reprodutiva do sorgo. Como a segunda avaliação de severidade foi feita aos 130 DAE, pode-se inferir que o efeito residual do fungicida teve influência direta na variedade 506, já que foi-se necessário três aplicações



para controlar a doença na mesma, pois novamente segundo Costa et al. (2009), o período residual dos fungicidas dos grupos triazóis e estrobilurinas está em torno de 20 dias, de modo que aplicações aos 45 DAE podem diminuir o inóculo inicial de *C. graminicola*, porém a cultura ficaria desprotegida na fase de florescimento.

**Quadro 3.** Severidade de antracnose em duas variedades de sorgo sacarino aos 114 e 130 DAE, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	1º Avaliação (114 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	1,85 aA	1,40 aB	1,15 aB	1,12 aB
511	1,70 aA	1,32 aB	1,35 aB	1,25 aB

Variedade	2º Avaliação (130 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	1,65 bA	1,57 aAB	1,32 aAB	1,20 aB
511	2,00 aA	1,52 aB	1,22 aB	1,15 aB

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se a escala diagramática da EMBRAPA MILHO E SORGO, sendo, 1 = ausência de sintomas ou apenas poucas lesões nas folhas inferiores da planta, 2 = até 25% das folhas com lesões, 3 = 26 a 50% das folhas com lesões, 4 = 51 a 75% das folhas com lesões, 5 = 76 a 100% das folhas com lesões.

As médias de severidade de cercosporiose podem ser observadas no quadro 4, sendo que quando se avalia o efeito de fungicida visualiza-se que existe diferença entre os tratamentos. Na primeira avaliação, para uma, duas e três aplicações de fungicida nota-se uma menor severidade de cercosporiose quando comparada com a testemunha (sem aplicação) tanto para a variedade 506 quanto para 511. Para o efeito de variedade não há diferença. Na segunda avaliação, para o efeito de fungicida também pode-se visualizar que existe diferença entre os tratamentos. Para ambas as variedades, observam-se os menores índices de severidade da doença com duas e três aplicações de fungicida. Na segunda avaliação, uma única aplicação de fungicida difere de duas e três aplicações. Para o efeito de variedade, visualiza-se que continua não tendo diferença entre as mesmas. Pode-se concluir, avaliando o quadro 4, que o controle da cercosporiose e a obtenção dos melhores resultados quanto à severidade da doença podem ser obtidos com duas aplicações de fungicida.

**Quadro 4.** Severidade de cercosporiose em duas variedades de sorgo sacarino aos 114 e 130 DAE, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	1º Avaliação (114 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	2,87 aA	1,97 aB	1,42 aB	1,32 aB
511	3,05 aA	1,82 aB	1,37 aB	1,27 aB

Variedade	2º Avaliação (130 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	2,70 aA	1,97 aB	1,22 aC	1,25 aC
511	3,00 aA	1,97 aB	1,17 aC	1,15 aC

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se a escala diagramática da EMBRAPA MILHO E SORGO, sendo, 1 = ausência de sintomas ou apenas poucas lesões nas folhas inferiores da planta, 2 = até 25% das folhas com lesões, 3 = 26 a 50% das folhas com lesões, 4 = 51 a 75% das folhas com lesões, 5 = 76 a 100% das folhas com lesões.

As médias de severidade de helmintosporiose podem ser observadas no quadro 5 (primeira e segunda avaliações respectivamente). Para o efeito de fungicida na primeira, nota-se que duas e três aplicações diferem da testemunha para a variedade 506, sendo que para a variedade 511, apenas o tratamento de três aplicações difere. Porém, para ambas as variedades, observam-se que os tratamentos uma e duas aplicações não diferem comparado para a testemunha nem para três aplicações, inferindo-se que uma única aplicação é o suficiente para controle da doença. Para o efeito de variedade não foi detectada diferença. Já na segunda avaliação, para o efeito de fungicida, os resultados mostram claramente que somente uma única aplicação foi necessária para o controle da doença. Para o efeito de variedade, nota-se diferença apenas para a testemunha, onde a variedade 511 apresenta uma maior severidade da doença quando comparada com a variedade 506. Dessa maneira, pode-se inferir que a variedade 506, sem aplicação, apresenta uma certa resistência à helmintosporiose quando comparada com a variedade 511. Pode-se concluir que apenas uma aplicação de fungicida foi o suficiente para o controle da doença nas variedades 506 e 511. Este resultado está de acordo com o observado por Cota et al. (2010) para sorgo granífero. Assim como neste trabalho, em que uma aplicação aos 45 DAE foi eficiente na redução da doença, os referidos autores mostraram que uma aplicação aos 45 DAE teve mais eficiência que

aplicações aos 60 ou 75 DAE. Em ambos os casos, o número de aplicações, não foi determinante na redução da doença, uma vez que duas aplicações, não resultaram em incremento na redução da helmintosporiose quando comparada com uma única aplicação em torno dos 40-45 DAE.

**Quadro 5.** Severidade de helmintosporiose em duas variedades de sorgo sacarino aos 114 e 130 DAE, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	1º Avaliação (114 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	1,37 aA	1,22 aAB	1,10 aB	1,10 aB
511	1,32 aA	1,20 aAB	1,12 aAB	1,07 aB

Variedade	2º Avaliação (130 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	1,62 bA	1,27 aB	1,25 aB	1,17 aB
511	2,00 aA	1,22 aB	1,10 aB	1,12 aB

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se a escala diagramática da EMBRAPA MILHO E SORGO, sendo, 1 = ausência de sintomas ou apenas poucas lesões nas folhas inferiores da planta, 2 = até 25% das folhas com lesões, 3 = 26 a 50% das folhas com lesões, 4 = 51 a 75% das folhas com lesões, 5 = 76 a 100% das folhas com lesões.

As médias de severidade de mancha alvo podem ser observadas no quadro 6 (primeira e segunda avaliações respectivamente). Na primeira avaliação, nota-se que uma aplicação foi o suficiente para diminuir a severidade de mancha alvo na variedade 506 quando comparada com a testemunha (sem aplicação); já na variedade 511, observa-se que foram necessárias duas aplicações. Porém, para efeito de variedade, nas duas avaliações, foi detectada diferença entre as mesmas. A variedade 511 diferiu em menor severidade quando comparada com a 506. Pode-se inferir que a variedade 511 apresenta ser moderadamente resistente a mancha causada por bipolares. Na segunda avaliação, para efeito de fungicida, nota-se que duas aplicações foram o suficiente para diminuir a severidade da mancha alvo em ambas variedades; apresentando os menores índices a variedade 511, justamente por ser moderadamente resistente a mancha alvo. No geral, pode-se concluir que a aplicação de fungicida se mostrou eficiente no controle da mancha alvo para ambas as variedades, tendo os melhores resultados sido obtidos com duas aplicações.

Na análise de variância para caracteres agronômicos foi possível constatar diferença significativa para três caracteres avaliados, sendo eles, diâmetro de colmo, altura de planta e estande por hectare, quanto a fonte de variação variedade. Assim pode-se inferir que há diferença de comportamento agronômico entre os genótipos avaliados (Quadro 7). Para o efeito de fungicida, foi constatado diferenças significativas apenas para a quantidade de sólidos solúveis totais (°BRIX), e o efeito da interação variedade x fungicida não foi constatado.

**Quadro 6.** Severidade de mancha alvo em duas variedades de sorgo sacarino aos 114 e 130 DAE, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	1º Avaliação (114 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	3,50 aA	2,60 aB	2,12 aB	2,25 aB
511	2,42 bA	1,92 bAB	1,62 bB	1,35 bB

Variedade	2º Avaliação (130 DAE)			
	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	3,25 aA	3,20 aA	2,42 aB	2,35 aB
511	2,05 bA	2,00 bA	1,42 bB	1,55 bAB

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se a escala diagramática apresentada por Agrocere (1996). As notas de severidade de cada doença nesta escala variam de 1 a 9 de acordo com a % de área foliar afetada, em que: 1 (0%), 2 (1%), 3 (>1% e •10%), 4 (>10% e •20%), 5 (>20% e •30%), 6 (>30% e •40%), 7 (>40% e •60%), 8 (>60% e •80%) e 9 (>80%).

**Quadro 7.** Resumo da análise de variância para duas variedades comerciais de sorgo em quatro tratamentos de fungicida, dos caracteres agronômicos: Diâmetro de Colmo (DC) em mm; Altura de Planta (AP) em metros; Volume de calda por hectare (VC) e teor de sólidos solúveis totais (°Brix). UFGD-Dourados, MS, 2016.

F.V	G.L	Quadrados Médios			
		DC(mm)	AP(m)	VC (L/ha)	°Brix
Variedade	1	37.56*	0.178*	87352.97 <sup>ns</sup>	4.58 <sup>ns</sup>
Fungicida	3	2.33 <sup>ns</sup>	0.018 <sup>ns</sup>	9788145.66 <sup>ns</sup>	37.94*
Var X Fung	3	10.09 <sup>ns</sup>	0.009 <sup>ns</sup>	1464900.12 <sup>ns</sup>	3.76 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	37.82	0.013	5335845.95	1.64
Total	31	-	-	-	-
Média	-	16.64	2.41	8121.38	16.79
CV (%)	-	7.54	4.78	28.44	7.63

ns, não significativo e \* significativo a 5% no teste de F.

As médias de diâmetro de colmo podem ser observadas no quadro 8, sendo que quando se avalia o efeito de fungicida, visualiza-se que não existe diferença entre os tratamentos. Já para o efeito de variedade, para duas e três aplicações, a variedade 511 apresenta maiores diâmetro de colmo.

As médias de altura de plantas podem ser observadas no quadro 9. Para efeito de fungicida, não foi detectado diferença entre os tratamentos. Já para o efeito de variedade, nota-se que para uma única aplicação, a variedade 511 apresenta uma maior altura de planta.

**Quadro 8.** Diâmetro de colmo (mm) de duas variedades de sorgo, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	15,81 aA	16,46 aA	15,38 bA	14,57 bA
511	17,14 aA	17,72 aA	17,42 aA	18,60 aA

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Quadro 9.** Altura de planta (m) de duas variedades de sorgo, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	2.34 aA	2.36 bA	2.33 aA	2.32 aA
511	2.45 aA	2.60 aA	2.42 aA	2.48 aA

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As médias de volume de caldo podem ser observadas no quadro 10. Tanto para efeito de fungicida, quanto para variedade, observa-se que não foram detectadas diferenças significativas.

**Quadro 10.** Volume de caldo (L/ha) de duas variedades de sorgo, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	9219.60 aA	7823.92 aA	8709.41 aA	6523.61 aA
511	9909.10 aA	7302.39 aA	7979.32 aA	7503.70 aA

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As médias de quantidade de sólidos solúveis totais (°BRIX) podem ser observadas no quadro 11, sendo que quando se avalia o efeito de fungicida, visualiza-se que existe diferença entre os tratamentos. Ambas as variedades analisadas apresentaram um aumento no °BRIX devido a aplicação de fungicida. Para a variedade 506, nota-se que duas aplicações foram responsáveis por se alcançar os maiores níveis de sólidos solúveis totais. Já para a variedade 511, apenas uma aplicação foi o suficiente. Pode-se inferir que os sólidos solúveis totais, matéria prima e essencial para fermentação e posteriormente transformação em etanol, aumenta sua concentração nos colmos de sorgo sacarino com a aplicação de fungicida. Este resultado está de acordo com Costa et al. (2009), que diz que estando as doenças controladas no período de início de acúmulo de açúcares, a planta terá mais recursos de seu metabolismo disponíveis para produzir os açúcares. No caso do sorgo sacarino, garantir a produção de açúcares está relacionado ao maior rendimento de etanol. Já para o efeito de variedade, nota-se que houve diferença entre as mesmas apenas para as testemunhas (sem aplicação). Sem aplicação, a variedade 511 apresentou um maior °BRIX comparando com a variedade 506. Pode-se inferir que devido à variedade 511 ter sido lançada mais recentemente no mercado, ele expressa uma maior concentração de °BRIX devido ao seu potencial genético. Porém os dados mostram que a variedade 506 se equivale a variedade 511 com a aplicação de fungicida.

**Quadro 11.** Valores médios de sólidos solúveis totais (°BRIX) de duas variedades de sorgo, sob quatro tratamentos de fungicida:

Variedade	Número de aplicações <sup>1</sup>			
	Sem Aplicação	1	2	3
506	12.58 bC	16.09 aB	18.63 aA	18.38 aAB
511	14.83 aB	17.60 aA	17.88 aA	18.39 aA

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme observa-se pela análise de correlação (Quadro 12), a intensidade de doenças correlaciona-se com a redução do teor de sólidos solúveis totais (°BRIX). A correlação entre a intensidade de doenças e o °Brix, foi negativa próxima a 1 (alta correlação). De acordo com Cota et al. (2010), isto significa que com o aumento da severidade das doenças, houve redução no teor de açúcares no colmo. Este efeito maior das doenças no teor de açúcares no colmo, além da perda de área foliar disponível para a planta utilizar em seu

metabolismo, pode ser influenciado também pela coincidência na época de ocorrência da doença e acúmulo de açúcares pela planta, ambos próximos do florescimento.

**Quadro 12.** Coeficientes de correlações simples entre intensidade de doenças foliares e características fitotécnicas.

Intensidade de doenças	Características fitotécnicas			
	Diâmetro colmo	Altura planta	Volume de caldo	Sólidos solúveis totais
Ferrugem 114 DAE	-0,00504	-0,04507	0,34571*	-0,85194*
Antracnose 114 DAE	0,06944	0,07934	0,28311	-0,85362*
Cercosporiose 114 DAE	-0,02039	0,12227	0,35491*	-0,84771*
Helminto 114 DAE	0,04989	0,08866	0,15453	-0,72814*
Mancha alvo 114 DAE	-0,36777*	-0,25020	0,28484	-0,76951*
Ferrugem 130 DAE	-0,03874	-0,02384	0,36154*	-0,81416*
Antracnose 130 DAE	-0,04566	-0,08031	0,34388	-0,52066*
Cercosporiose 130 DAE	0,06339	0,11243	0,23094	-0,73210*
Helminto 130 DAE	-0,05359	0,00257	0,44251*	-0,70979*
Mancha alvo 130 DAE	-0,43851*	-0,30517	0,11580	-0,44864*

\* Coeficientes significativos

## 5. CONCLUSÃO

Os princípios ativos epoxiconazol + piraclostrobina mostraram-se efetivos na redução de severidade de doenças do sorgo sacarino, e conseqüentemente, no aumento do teor de sólidos solúveis totais (°Brix).

A variedade BRS511 mostrou-se mais resistente à mancha alvo comparada com a BRS506.

A correlação mostrou que o aumento de intensidade das doenças no sorgo sacarino acarretou na redução no teor de açúcares no colmo.

O controle químico em sorgo sacarino é uma estratégia viável de controle das doenças, e apresentou efeito em características de interesse agrônômico como o teor de açúcares solúveis, °Brix.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, c2003. Disponível em: Acesso em: 26 abril. 2016.

AGROCERES (1996). **Guia agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 72p.

BLADE ENERGY CROPS. Managing high biomass Sorghum: as a dedicated. **Energy Crop. California**, 2010. 23 p.

CANAVIALIS. 2012. Disponível em: < <http://www.canavialis.com.br/ produtos/sorgosacarino/index.aspx>> Acesso em 01 de abril de 2016.

CASELA, C.R.; PINTO, M.F.J. DE A.; OLIVEIRA, E. DE; FERREIRA, A.S. **Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): controle de doenças**. Vale, F.X.R. & Zambolim, L. (Eds.) Controle de doenças de plantas Editora UFV, Viçosa-MG, 1997. pp.1025-1064.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. **Doenças foliares de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 5 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 72).

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; LANZA, F. E. **Controle químico da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 117).

COSTA, R. V. da; CASELA, C. R.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. S. A antracnose do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 345-354, 2003.

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F. **Recomendação para o controle químico da helmintosporiose do sorgo (*Exserohilum turcicum*)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 149).

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013

DINIZ, G. M. M. **Produção de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): aspectos gerais**. Dissertação (Mestrado em Melhoramentos Genético de Plantas) – Recife – PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – UFRPE, 97p, 2010.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sorgo Sacarino: A “safrinha” da cana-de-açúcar**. Sete Lagoas, MG, 2011.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Eficiência de Fungicidas no Controle Químico de Doenças em Sorgo Sacarino**. Sete Lagoas, MG, 2014.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Doenças do sorgo**. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_6\\_ed/doencas.htm#doenca](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/doencas.htm#doenca) Acesso em 09 maio. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do sorgo**. Sistemas de produção. Embrapa Milho e Sorgo, ed. 4, 2008

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada a agronomia**. Maceió: Edufal, 1996. 606 p.

FONTES, M. M.; SILVA, B. A.; DANTAS, J. P.; SILVEIRA, D. C.; CAVALCANTI, M. T. Caracterização físico-química do melado de sorgo granífero sacarino [*Sorghum bicolor* (L) Moench]. **Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)** v.6, n.1, p. 216 – 219 2011.

GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, N. M.; NOGUEIRA, F. S.; BORGES, A. L. C. C.; ZAGÓ, C. P. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. III – Quebra de compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 6, p. 571-576, 1999.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Cultivo do Sorgo: Clima**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica - 4<sup>a</sup> edição Set./2008. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_4\\_ed/clima.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/clima.htm). Acesso em 02 abril de 2016.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F. da; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol**: Sistema BRS1G – tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 22-31. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2003. (Comunicado técnico, 87).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do Sorgo – Aspectos gerais dos efeitos ambientais sobre o crescimento do sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção 2. Sete Lagoas. 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/ambientais.htm>. Acessado em 01 de abril de 2016.

MOURÃO, S. C.; SILVA, D. D.; PARRELLA, R. A.; COTA, L. V.; PARRELLA, N. N. N. L. D.; SOUZA, V. F.; BERNARDINO, K. C.; SANTOS, C. V.; SILVA, K. K.; COSTA, R. K.; SCHAFFERT, R. E.; Efeito de doenças foliares no desenvolvimento de sorgo sacarino. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Águas de Lindóia, 2012. **Anais...**, ABMS, Águas de Lindóia, 2012.

MURRAY, S. C.; SHARM, A.; ROONEY, W. L.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E.; MITCHELL, S. E.; KRESOVICH, S. Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates. **Crop Science**, v. 48, p. 2165-2179, 2008.

NASCIMENTO, D. Dublê da cana. Idea News: **Cana e indústria**. Ano.11, n. 136, 2012.

REEDY, B.V.S; REDDY, P. S. Sweet Sorghum: Characteristics and Potential. International Sorghum and Millets. **Newsletter. Índia**, v.44, p.26-28, 2003.

SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Planejamento Industrial**. In: MAY, A. (ed.) Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de sorgo sacarino para bioethanol: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas, Embrapa milho e sorgo, p.85-92, 2012.

SCHAFFERT, R. E. **Sorgo na produção de etanol**. Embrapa Milho e Sorgo. Brasília, DF, 06 de abril de 2010.

TURNER, N. C.; KRAMER, P. J. **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. In Turner & Kramer (1980), pp. 87-103.

THAKUR, R. P.; MATHUR, K. Anthracnose. In: Frederiksen, R.A. & Odvody, G. (Eds.) **Compendium of Sorghum Diseases**. APS Press. St. Paul. 2000. pp.10-12.